

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-110571  
 (43)Date of publication of application : 20.04.2001

(51)Int.Cl. H05B 33/14  
 C09K 11/06  
 H05B 33/22

(21)Application number : 2000-229659

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 28.07.2000

(72)Inventor : ISHIBASHI TADASHI  
 ICHIMURA MARI  
 TAMURA SHINICHIRO  
 UEDA NAOYUKI

(30)Priority

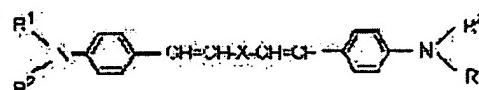
Priority number : 11216308 Priority date : 30.07.1999 Priority country : JP

## (54) ORGANIC FIELD LIGHT EMITTING ELEMENT

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a organic field red light emitting element having stable and large light brightness.

SOLUTION: The organic field light emitting element which its organic layers 5, 5a, or 5b contains distyryl compound shown by the general formula 1. Wherein at least one of R1-R4 is the substituted or non-substituted phenyl base, and at least one of them is the substituted or non-substituted naphthyl base or R1-R4 are the substituted or non-substituted naphthyl bases. X is the anthracene base substituted and introduced by the cyano base, nitro base, or halogen atom.



(19)日本特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-110571

(P2001-110571A)

(43)公開日 平成13年4月20日 (2001.4.20)

(51)Int.Cl.  
H 05 B 33/14  
C 09 K 11/06  
H 05 B 33/22

識別記号

6 2 5

F I  
H 05 B 33/14  
C 09 K 11/06  
H 05 B 33/22

マーク (参考)  
B  
D  
B

審査請求 未請求 請求項の数26 O.L (全24頁)

(21)出願番号 特願2000-229659(P2000-229659)  
(22)出願日 平成12年7月28日(2000.7.28)  
(31)優先権主張番号 特願平11-216308  
(32)優先日 平成11年7月30日(1999.7.30)  
(33)優先権主張国 日本 (JP)

(71)出願人 000002185  
ソニー株式会社  
東京都品川区北品川6丁目7番35号  
(72)発明者 石橋 義  
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
ー株式会社内  
(72)発明者 市村 賢理  
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
ー株式会社内  
(74)代理人 100076059  
弁理士 逢坂 宏

最終頁に続く

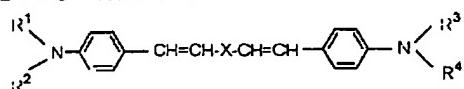
(54)【発明の名称】 有機電界発光素子

(57)【要約】

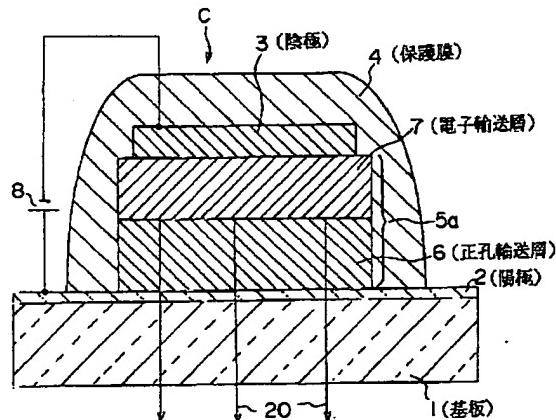
【課題】 安定かつ発光輝度の大きい赤色発光の有機電界発光素子を得ること。

【解決手段】 発光領域を有する有機層5、5a又は5bに下記一般式(1)で表されるジスチリル化合物が含まれている有機電界発光素子。

【化42】一般式(1)：



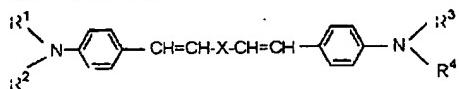
〔但し、前記一般式(1)において、R<sup>1</sup>～R<sup>4</sup>は、その少なくとも1つが置換若しくは無置換のフェニル基であり、かつその少なくとも1つが置換若しくは無置換のナフチル基であるか、或いは、置換若しくは無置換のナフチル基であり、Xは、シアノ基、ニトロ基又はハロゲン原子が置換導入されたアントラセン基である。〕



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 発光領域を有する有機層が陽極と陰極との間に設けられている有機電界発光素子において、前記有機層に下記一般式(1)で表されるジスチリル化合物の少なくとも一種が有機発光材料として含まれていることを特徴とする、有機電界発光素子。

## 【化1】一般式(1)：

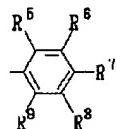


(但し、前記一般式(1)において、

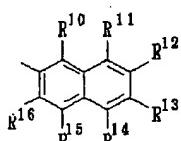
R<sup>1</sup>、R<sup>2</sup>、R<sup>3</sup>及びR<sup>4</sup>は互いに同一の若しくは異なる基であって、その少なくとも1つが下記一般式(2)で表わされるアリール基であり、かつその少なくとも1つが下記一般式(3)又は(4)で表されるアリール基であり、

## 【化2】

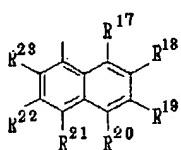
## 一般式(2)：



## 一般式(3)：



## 一般式(4)：

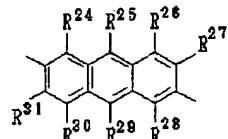


(但し、前記一般式(2)、(3)及び(4)において、R<sup>5</sup>、R<sup>6</sup>、R<sup>7</sup>、R<sup>8</sup>、R<sup>9</sup>、R<sup>10</sup>、R<sup>11</sup>、R<sup>12</sup>、R<sup>13</sup>、R<sup>14</sup>、R<sup>15</sup>、R<sup>16</sup>、R<sup>17</sup>、R<sup>18</sup>、R<sup>19</sup>、R<sup>20</sup>、R<sup>21</sup>、R<sup>22</sup>及びR<sup>23</sup>は互いに同一の若しくは異なる基であって、水素原子、飽和若しくは不飽和アルコキシル基、アルキル基、アミノ基、アルキルアミノ基

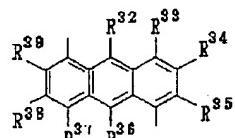
、フェニル基等の置換若しくは無置換のアリール基、又は水酸基である。) Xは下記一般式(5)又は(6)で表される置換若しくは無置換のアリール基である。

## 【化3】

## 一般式(5)：



## 一般式(6)：



(但し、前記一般式(5)及び(6)において、R<sup>24</sup>、R<sup>25</sup>、R<sup>26</sup>、R<sup>27</sup>、R<sup>28</sup>、R<sup>29</sup>、R<sup>30</sup>、R<sup>31</sup>、R<sup>32</sup>、R<sup>33</sup>、R<sup>34</sup>、R<sup>35</sup>、R<sup>36</sup>、R<sup>37</sup>、R<sup>38</sup>及びR<sup>39</sup>は互いに同一の若しくは異なる基であって、水素原子、シアノ基、ニトロ基又はハロゲン原子である。) )

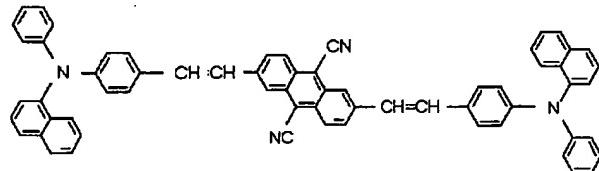
【請求項2】 前記有機層が、正孔輸送層と電子輸送層とが積層された有機積層構造を有しており、前記正孔輸送層の形成材料として前記ジスチリル化合物が用いられている、請求項1に記載した有機電界発光素子。

【請求項3】 前記有機層が、正孔輸送層と電子輸送層とが順次積層された有機積層構造を有しており、前記電子輸送層の形成材料として前記ジスチリル化合物が用いられている、請求項1に記載した有機電界発光素子。

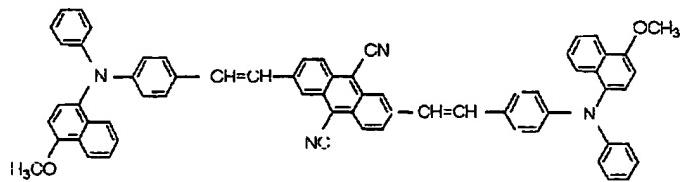
【請求項4】 前記有機層が、正孔輸送層と発光層と電子輸送層とが積層された有機積層構造を有しており、前記発光層の形成材料として前記ジスチリル化合物が用いられている、請求項1に記載した有機電界発光素子。

【請求項5】 発光領域を有する有機層が陽極と陰極との間に設けられている有機電界発光素子において、前記有機層に下記構造式(7)-1、(7)-2、(7)-3、(7)-4、(7)-5、(7)-6、(7)-7、(7)-8又は(7)-9で表されるジスチリル化合物の少なくとも1種が有機発光材料として含まれていることを特徴とする、有機電界発光素子。

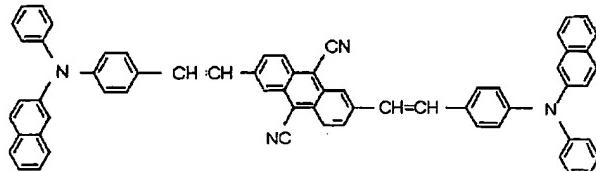
## 【化4】構造式(7)-1：



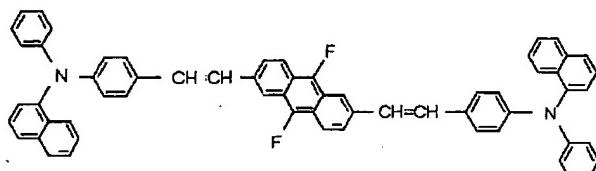
構造式(7)-2：



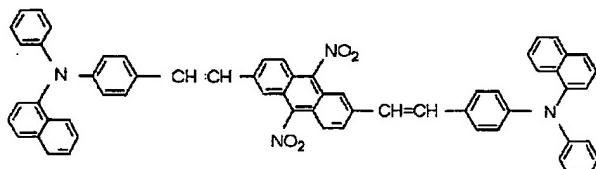
構造式(7)-3:



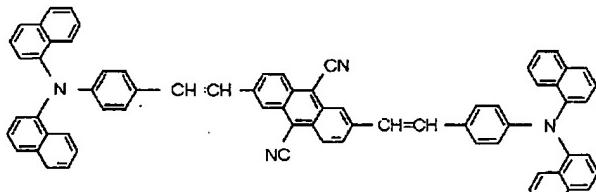
構造式(7)-4:



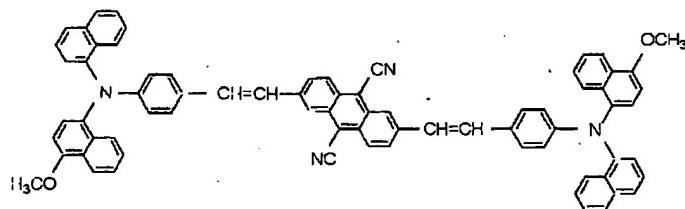
構造式(7)-5:



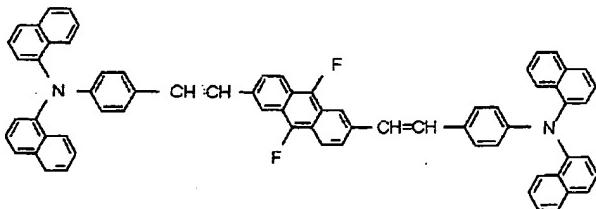
構造式(7)-6:



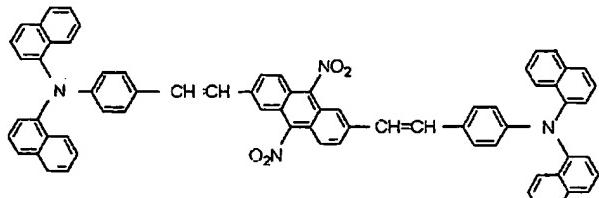
構造式(7)-7:



構造式(7)-8:



構造式(7)-9:



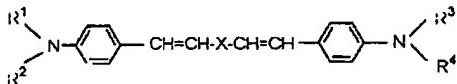
【請求項6】 前記有機層が、正孔輸送層と電子輸送層とが積層された有機積層構造を有しており、前記正孔輸送層の形成材料として前記ジスチリル化合物が用いられている、請求項5に記載した有機電界発光素子。

【請求項7】 前記有機層が、正孔輸送層と電子輸送層とが順次積層された有機積層構造を有しており、前記電子輸送層の形成材料として前記ジスチリル化合物が用いられている、請求項5に記載した有機電界発光素子。

【請求項8】 前記有機層が、正孔輸送層と発光層と電子輸送層とが積層された有機積層構造を有しており、前記発光層の形成材料として前記ジスチリル化合物が用いられている、請求項5に記載した有機電界発光素子。

【請求項9】 発光領域を有する有機層が陽極と陰極との間に設けられている有機電界発光素子において、前記有機層に下記一般式(1)で表されるジスチリル化合物の少なくとも一種が有機発光材料として含まれていることを特徴とする、有機電界発光素子。

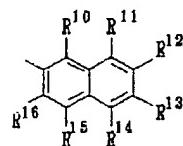
【化5】 一般式(1)：



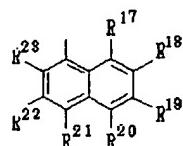
(但し、前記一般式(1)において、R<sup>1</sup>、R<sup>2</sup>、R<sup>3</sup>及びR<sup>4</sup>は互いに同一の若しくは異なる基であって、下記一般式(3)又は(4)で表されるアリール基であり、

【化6】

一般式(3)：



一般式(4)：



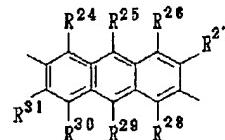
(但し、前記一般式(3)及び(4)において、R<sup>10</sup>、R<sup>11</sup>、R<sup>12</sup>、R<sup>13</sup>、R<sup>14</sup>、R<sup>15</sup>、R<sup>16</sup>、R<sup>17</sup>、R<sup>18</sup>、R<sup>19</sup>、R<sup>20</sup>、R<sup>21</sup>、R<sup>22</sup>及びR<sup>23</sup>は互いに同一の若しくは異なる基であって、水素原子、飽和若しくは不飽和アルコキシル基、アルキル基、アミノ基、アルキルアミノ

基、フェニル基等の置換若しくは無置換のアリール基、又は水酸基である。)

Xは下記一般式(5)又は(6)で表される置換若しくは無置換のアリール基である。

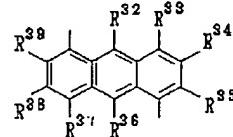
【化7】

一般式(5)：



【化8】

一般式(6)：



(但し、前記一般式(5)及び(6)において、R<sup>24</sup>、R<sup>25</sup>、R<sup>26</sup>、R<sup>27</sup>、R<sup>28</sup>、R<sup>29</sup>、R<sup>30</sup>、R<sup>31</sup>、R<sup>32</sup>、R<sup>33</sup>、R<sup>34</sup>、R<sup>35</sup>、R<sup>36</sup>、R<sup>37</sup>、R<sup>38</sup>及びR<sup>39</sup>は、互いに同一の若しくは異なる基であって、水素原子、シアノ基、ニトロ基又はハロゲン原子である。)

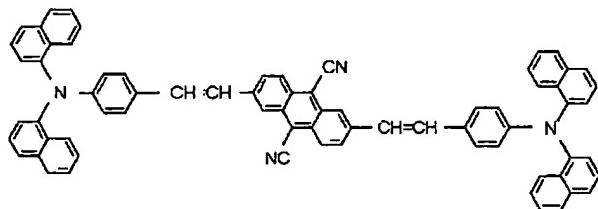
【請求項10】 前記有機層が、正孔輸送層と電子輸送層とが積層された有機積層構造を有しており、前記正孔輸送層の形成材料として前記ジスチリル化合物が用いられている、請求項9に記載した有機電界発光素子。

【請求項11】 前記有機層が、正孔輸送層と電子輸送層とが順次積層された有機積層構造を有しており、前記電子輸送層の形成材料として前記ジスチリル化合物が用いられている、請求項9に記載した有機電界発光素子。

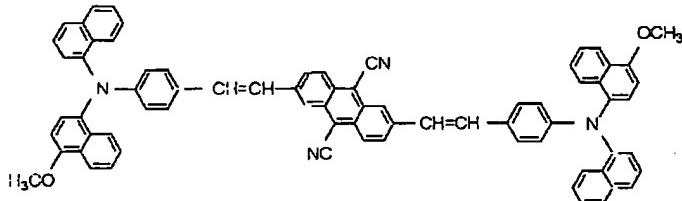
【請求項12】 前記有機層が、正孔輸送層と発光層と電子輸送層とが積層された有機積層構造を有しており、前記発光層の形成材料として前記ジスチリル化合物が用いられている、請求項9に記載した有機電界発光素子。

【請求項13】 発光領域を有する有機層が陽極と陰極との間に設けられている有機電界発光素子において、前記有機層に下記構造式(7)-6、(7)-7、(7)-8又は(7)-9で表されるジスチリル化合物の少なくとも1種が有機発光材料として含まれていることを特徴とする、有機電界発光素子。

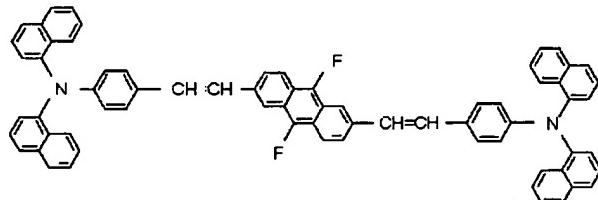
【化9】 構造式(7)-6：



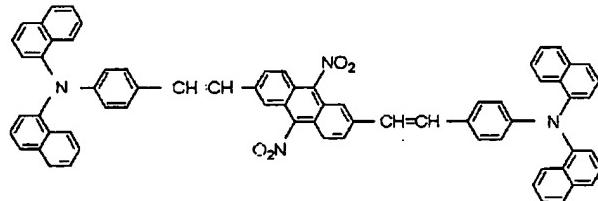
構造式(7)-7:



構造式(7)-8:



構造式(7)-9:



【請求項14】 前記有機層が、正孔輸送層と電子輸送層とが積層された有機積層構造を有しており、前記正孔輸送層の形成材料として前記ジスチリル化合物が用いられている、請求項13に記載した有機電界発光素子。

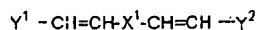
【請求項15】 前記有機層が、正孔輸送層と電子輸送層とが順次積層された有機積層構造を有しており、前記電子輸送層の形成材料として前記ジスチリル化合物が用いられている、請求項13に記載した有機電界発光素子。

【請求項16】 前記有機層が、正孔輸送層と発光層と電子輸送層とが積層された有機積層構造を有しており、前記発光層の形成材料として前記ジスチリル化合物が用いられている、請求項13に記載した有機電界発光素

子。

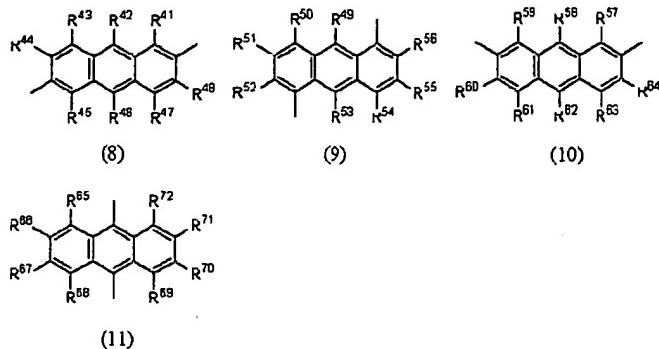
【請求項17】 発光領域を有する有機層が陽極と陰極との間に設けられている有機電界発光素子において、前記有機層のうちの少なくとも1層が下記一般式〔I〕で示されるスチリル化合物で構成され、かつ前記スチリル化合物で構成された有機層の陰極側に接してホールプロッキング層が存在することを特徴とする有機電界発光素子。

【化10】一般式〔I〕:



〔但し、前記一般式〔I〕において、X<sup>1</sup>は下記一般式〔8〕～〔11〕で表される基であり、

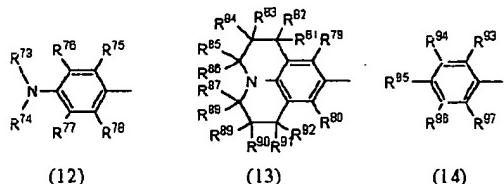
【化11】



(但し、前記一般式(8)～(11)中の $R^4$ ～ $R^8$ 、 $R^9$ ～ $R^{56}$ 、 $R^{57}$ ～ $R^{64}$ 、及び $R^{65}$ ～ $R^{72}$ のそれぞれにおいて、少なくとも一つがハロゲン原子、ニトロ基、シアノ基、トリフルオロメチル基から選ばれた基であり、その他は水素原子、アルキル基、アリール基、アルコキシ基、ハロゲン原子、ニトロ基、シアノ基、トリフルオロメチル基から選ばれた基である。またそれらが同一であっても異なっても良い。)

また、 $Y^1$  及び  $Y^2$  は下記一般式 (12)、(13) 及び (14) から選ばれた基である。

【化12】



(但し、前記一般式(12)～(14)中のR<sup>73</sup>およびR<sup>74</sup>は水素原子、置換基を有しても良いアルキル基、置換基を有しても良いアリール基から選ばれた基であり、それらが同一であっても異なっても良い。また、R<sup>75</sup>～R<sup>97</sup>は水素原子、置換基を有しても良いアルキル基、置換基を有しても良いアリール基、置換基を有しても良いアルコキシ基、ハロゲン原子、ニトロ基、シアノ基、トリフルオロメチル基から選ばれた基であって、それらが同一であっても異なっても良い。)

【請求項18】前記有機層が、ホール輸送層と電子輸送層とが積層された有機積層構造をしており、前記有機層のうちの少なくとも電子輸送層が前記一般式〔I〕で示されるスチリル化合物で構成され、かつ前記アミノスチリル化合物で構成された層の陰極側に接して前記ホールブロッキング層が存在する、請求項17に記載した有機電界発光素子。

【請求項19】前記有機層が、ホール輸送層と電子輸送層とが積層された有機積層構造をしており、前記有機層のうちの少なくともホール輸送層が前記一般式〔I〕で示されるスチリル化合物で構成され、かつ前記スチリル化合物で構成された層の陰極側に接して前記ホールブロッキング層が存在する、請求項17に記載した有機電

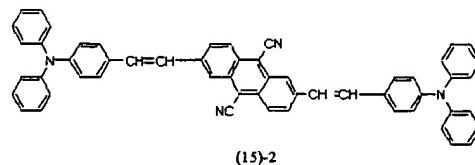
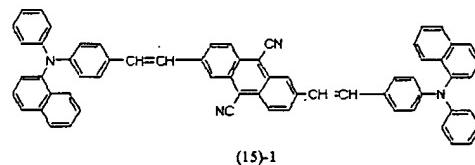
界发光素子。

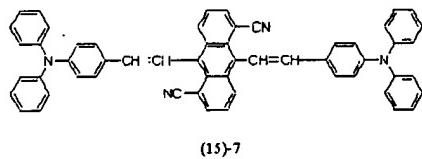
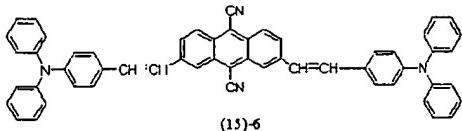
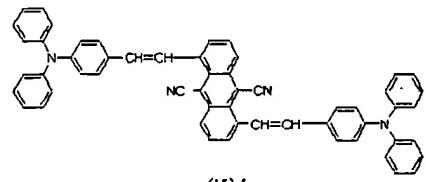
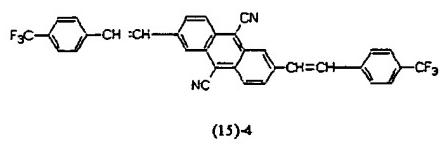
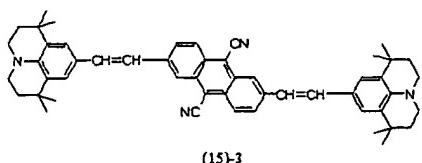
【請求項20】前記有機層が、ホール輸送層と電子輸送層とが積層された有機積層構造をしており、前記ホール輸送層が前記一般式〔I〕で示されるスチリル化合物で構成され、かつ前記電子輸送層が前記一般式〔I〕で示されるスチリル化合物で構成され、かつこの電子輸送性発光性層の陰極側に接して前記ホールブロッキング層が存在する、請求項17に記載した有機電界発光素子。

【請求項21】前記有機層が、ホール輸送層と発光層と電子輸送層とが積層された有機積層構造をしており、前記有機層のうちの少なくとも前記発光層が前記一般式【I】で示されるスチリル化合物で構成され、かつ前記スチリル化合物で構成された層の陰極側に接して前記ホールブロッキング層が存在する、請求項17に記載した有機電界発光素子。

【請求項22】 発光領域を有する有機層が陽極と陰極との間に設けられている有機電界発光素子において、前記有機層のうちの少なくとも1層が下記構造式(15) - 1～(15) - 7で示されるスチリル化合物で構成され、かつ前記スチリル化合物で構成された層の陰極側に接してホールプロッキング層が存在することを特徴とする、有機電界発光素子。

〔化13〕





**【請求項23】** 前記有機層が、ホール輸送層と電子輸送層とが積層された有機積層構造をしており、前記有機層のうちの少なくとも電子輸送層が前記構造式(15)-1～(15)-7で示されるスチリル化合物で構成され、かつ前記スチリル化合物で構成された層に接して陰極側に前記ホールブロッキング層が存在する、請求項22に記載した有機電界発光素子。

**【請求項24】** 前記有機層が、ホール輸送層と電子輸送層とが積層された有機積層構造をしており、前記有機層のうちの少なくともホール輸送層が前記構造式(15)-1～(15)-7で示されるスチリル化合物で構成され、かつ前記スチリル化合物で構成された層に接して陰極側に前記ホールブロッキング層が存在する、請求項22に記載した有機電界発光素子。

**【請求項25】** 前記有機層が、ホール輸送層と電子輸送層とが積層された有機積層構造をしており、前記ホール輸送層が前記構造式(15)-1～(15)-7で示されるスチリル化合物で構成され、かつ前記電子輸送層が前記構造式(15)-1～(15)-7で示されるスチリル化合物で構成され、かつ前記電子輸送性発光層の陰極側に接して前記ホールブロッキング層が存在する、請求項22に記載した有機電界発光素子。

**【請求項26】** 前記有機層が、ホール輸送層と発光層と電子輸送層とが積層された有機積層構造をしており、前記有機層のうちの少なくとも前記発光層が前記構造式(15)-1～(15)-7で示されるスチリル化合物で構成され、かつ前記スチリル化合物で構成された層の陰極側に接して前記ホールブロッキング層が存在する、請求項22に記載した有機電界発光素子。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

**【発明の属する技術分野】** 本発明は、発光領域を有する有機層が陽極と陰極との間に設けられている有機電界発光素子(有機EL素子)に関するものである。

##### 【0002】

**【従来の技術】** 軽量で高効率のフラットパネルディスプレイが、例えばコンピュータやテレビジョンの画面表示用として盛んに研究、開発されている。

**【0003】** まず、ブラウン管(CRT)は、輝度が高く、色再現性が良いため、現在ディスプレイとして最も多く使われているが、嵩高く、重く、また消費電力も高いという問題がある。

**【0004】** また、軽量で高効率のフラットパネルディスプレイとして、アクティブマトリックス駆動などの液晶ディスプレイが商品化されている。しかしながら、液晶ディスプレイは、視野角が狭く、また、自発光でないため周囲が暗い環境下ではバックライトの消費電力が大きいことや、今後実用化が期待されている高精細度の高速ビデオ信号に対して十分な応答性能を有しない等の問題点がある。特に、大画面サイズのディスプレイを製造することは困難であり、そのコストが高い等の課題もある。

**【0005】** これに対する代替として、発光ダイオードを用いたディスプレイの可能性があるが、やはり製造コストが高く、また、1つの基板上に発光ダイオードのマトリックス構造を形成することが難しい等の問題があり、ブラウン管に取って代わる低価格のディスプレイ候補としては、実用化までの課題が大きい。

**【0006】** これらの諸課題を解決する可能性のあるフラットパネルディスプレイとして、最近、有機発光材料を用いた有機電界発光素子(有機EL素子)が注目されている。即ち、発光材料として有機化合物を用いることにより、自発光で、応答速度が高速であり、視野角依存性の無いフラットパネルディスプレイの実現が期待されている。

**【0007】** 有機電界発光素子の構成は、透光性の正極と金属陰極との間に、電流の注入によって発光する発光材料を含む有機薄膜を形成したものである。C. W. Tang, S. A. VanSlyke等は Applied Physics Letters第51巻12号913～915頁(1987年)掲載の研究報告において、有機薄膜を正孔輸送性材料からなる薄膜と電子輸送性材料からなる薄膜との2層構造として、各々

の電極から有機膜中に注入されたホールと電子が再結合することにより発光する素子構造を開発した（シングルヘテロ構造の有機EL素子）。

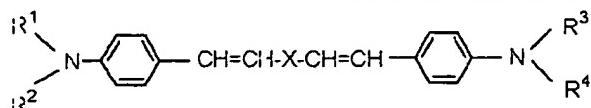
【0008】この素子構造では、正孔輸送材料または電子輸送材料のいずれかが発光材料を兼ねており、発光は発光材料の基底状態と励起状態のエネルギーギャップに対応した波長帯で起きる。このような2層構造とすることにより、大幅な駆動電圧の低減、発光効率の改善が行われた。

【0009】その後、C. Adachi、S. Tokita、T. Tsutsui、S. Saito等の Japanese Journal of Applied Physics 第27巻2号L269～L271頁(1988年)掲載の研究報告に記載されているように、正孔輸送材料、発光材料、電子輸送材料の3層構造（ダブルヘテロ構造の有機EL素子）が開発され、更に、C. W. Tang、S. A. Van Slyke、C. H. Chen等の Journal of Applied Physics 第65巻9号3610～3616頁(1989年)掲載の研究報告に記載されているように、電子輸送材料中に発光材料を含ませた素子構造などが開発された。これらの研究により、低電圧で、高輝度の発光の可能性が検証され、近年、研究開発が非常に活発に行われている。

【0010】発光材料に用いる有機化合物は、その多様性から、理論的には分子構造を変化させることによって発光色を任意に変えることができるという利点があると言える。従って、分子設計を施すことにより、フルカラーディスプレイに必要な色純度の良いR（赤）、G（緑）、B（青）の3色を揃えることは、無機物を用いた薄膜EL素子と比べて容易であると言える。

#### 【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、実際には有機電界発光素子においても、解決しなければならない問題がある。安定した高輝度の赤色発光素子の開発は難しく、現在報告されている電子輸送材料として、トリス(8-キノリノール)アルミニウム(以下、Alq<sub>3</sub>と略称。)にDCM[4-ジシアノメチレン-6-(p-ジメチルアミノスチリル)-2-メチル-4H-ピラン]をドープした赤色発光の例(Chem. Funct. Dyes, Proc. Int. Symp., 2nd P. 536(1993))等においても、最高輝度、信頼性ともにディスプレイ材料としては満足の行くものではない。



〔但し、前記一般式(1)において、R<sup>1</sup>、R<sup>2</sup>、R<sup>3</sup>及びR<sup>4</sup>は互いに同一の若しくは異なる基であって、その少なくとも1つが下記一般式(2)で表されるアリール基であり、かつその少なくとも1つが下記一般式(3)又は(4)で表されるアリール基であり、

【0012】また、T. Tsutsui, D. U. KimがInorganic and Organic electroluminescence会議(1996, Berlin)で報告したBSB-BCNは、1000cd/m<sup>2</sup>以上の高い輝度を実現しているが、フルカラーに対応する赤色としての色度が完全なものとは言えない。

【0013】さらに高輝度で安定かつ色純度の高い赤色発光素子の実現が、望まれているのが現状である。

【0014】また、特開平7-188649号(特願平6-148798号)においては、特定のジスチリル化合物を有機電界発光材料とすることを提案しているが、目的の発光色が青色であり、赤色用ではない。一方、有機電界発光素子の積層構造の中にホールと電子のエネルギー的な閉じ込め構造を作ることによって発光層にてホールと電子が効率良く結合し、高い輝度および発光材料独自の純粋な発光を得られることが報告されている(特開平10-79297、特開平11-204258、特開平11-204264、特開平11-204259等)が、目的の発光色はやはり青色であり、赤色用ではない。

【0015】本発明の目的は、高輝度かつ安定な赤色発光を有する有機電界発光素子を提供することにある。本発明の第二の目的は、本来高い量子収率を有する化合物を含有する有機電界発光素子において発光層でのホールと電子の再結合を促進し、さらに高輝度かつ高効率な発光を呈する有機電界発光素子を提供することにある。

#### 【0016】

【課題を解決するための手段】本発明は上記課題を解決するために鋭意検討した結果、発光材料として特定のジスチリル化合物を用いることによって、安定した、高輝度のフルカラーディスプレイ実現に極めて有用な信頼性の高い赤色発光素子を提供できることを見出し、本発明に到達したものである。

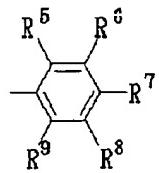
【0017】即ち、本発明は、発光領域を有する有機層が陽極と陰極との間に設けられ、電流の注入によって発光する有機物質を構成要素として含む有機電界発光素子において、前記有機層に下記一般式(1)で表されるジスチリル化合物の少なくとも一種が有機発光材料として含まれていることを特徴とする、有機電界発光素子に係るものである。

#### 【0018】

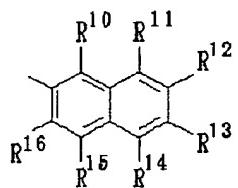
#### 【化14】一般式(1)：

#### 【化15】

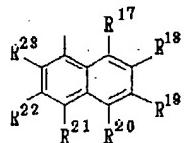
一般式(2)：



一般式(3)：



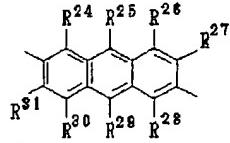
一般式(4)：



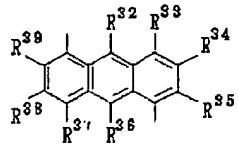
(但し、前記一般式(2)、(3)及び(4)において、R<sup>5</sup>、R<sup>6</sup>、R<sup>7</sup>、R<sup>8</sup>、R<sup>9</sup>、R<sup>10</sup>、R<sup>11</sup>、R<sup>12</sup>、R<sup>13</sup>、R<sup>14</sup>、R<sup>15</sup>、R<sup>16</sup>、R<sup>17</sup>、R<sup>18</sup>、R<sup>19</sup>、R<sup>20</sup>、R<sup>21</sup>、R<sup>22</sup>及びR<sup>23</sup>は互いに同一の又は異なる基であって、水素原子、或いはそれらの少なくとも1つが飽和又は不飽和アルコキシル基（炭素数が好ましくは1～24、更には1～10のもの）、アミノ基、アルキルアミノ基（炭素数が好ましくは1～24、更には1～10のもの）又はフェニル基等の置換若しくは無置換のアリール基、又は水酸基である。) Xは下記一般式(5)又は(6)で表される置換若しくは無置換のアリール基である。

【化16】

一般式(5)：



一般式(6)：



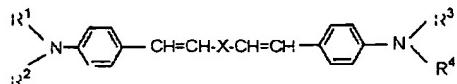
(但し、前記一般式(5)及び(6)において、R<sup>24</sup>、R<sup>25</sup>、R<sup>26</sup>、R<sup>27</sup>、R<sup>28</sup>、R<sup>29</sup>、R<sup>30</sup>、R<sup>31</sup>、R<sup>32</sup>、R<sup>33</sup>、R<sup>34</sup>、R<sup>35</sup>、R<sup>36</sup>、R<sup>37</sup>、R<sup>38</sup>及びR<sup>39</sup>は、互いに同一の若しくは異なる基であって、水素原子、シアノ

基、ニトロ基又はF、Cl等の（以下、同様）ハロゲン原子である。)】

【0019】また、本発明は、発光領域を有する有機層が陽極と陰極との間に設けられている有機電界発光素子において、前記有機層に下記一般式(1)で表されるジスチリル化合物の少なくとも一種が有機発光材料として含まれていることを特徴とする、有機電界発光素子も提供するものである。

【0020】

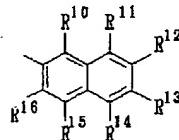
【化17】一般式(1)：



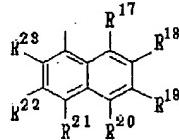
〔但し、前記一般式(1)において、R<sup>1</sup>、R<sup>2</sup>、R<sup>3</sup>及びR<sup>4</sup>は互いに同一の若しくは異なる基であって、下記一般式(3)又は(4)で表されるアリール基であり、

【化18】

一般式(3)：



一般式(4)：

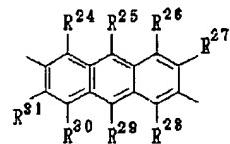


(但し、前記一般式(3)及び(4)において、R<sup>10</sup>、R<sup>11</sup>、R<sup>12</sup>、R<sup>13</sup>、R<sup>14</sup>、R<sup>15</sup>、R<sup>16</sup>、R<sup>17</sup>、R<sup>18</sup>、R<sup>19</sup>、R<sup>20</sup>、R<sup>21</sup>、R<sup>22</sup>及びR<sup>23</sup>は互いに同一の若しくは異なる基であって、上記したと同様、水素原子、飽和若しくは不飽和アルコキシル基、アミノ基、アルキルアミノ基、フェニル基等の置換若しくは無置換のアリール基、又は水酸基である。)

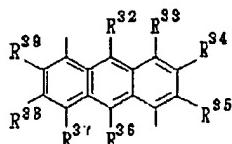
Xは下記一般式(5)又は(6)で表される置換若しくは無置換のアリール基である。

【化19】

一般式(5)：



一般式(6)：



(但し、前記一般式(5)及び(6)において、R<sup>24</sup>、R<sup>25</sup>、R<sup>26</sup>、R<sup>27</sup>、R<sup>28</sup>、R<sup>29</sup>、R<sup>30</sup>、R<sup>31</sup>、R<sup>32</sup>、R<sup>33</sup>、R<sup>34</sup>、R<sup>35</sup>、R<sup>36</sup>、R<sup>37</sup>、R<sup>38</sup>及びR<sup>39</sup>は、互いに同一の若しくは異なる基であって、水素原子、シアノ基、ニトロ基又はハログン原子である。)

【0021】上記一般式(1)のジスチリル化合物を発光材料に用いることによって、高輝度で安定な赤色発光が得られると共に、電気的、熱的或いは化学的にも安定性に優れた素子を提供できる。上記一般式(1)で表わ

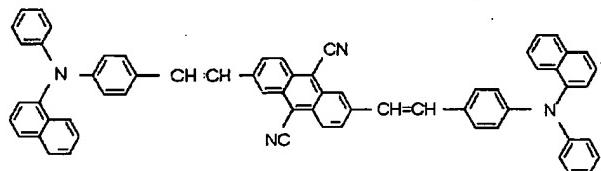
されるジスチリル化合物はそれぞれ単独で用いることができるが、併用してもよい。

【0022】本発明の有機電界発光素子に用いるジスチリル化合物について説明する。

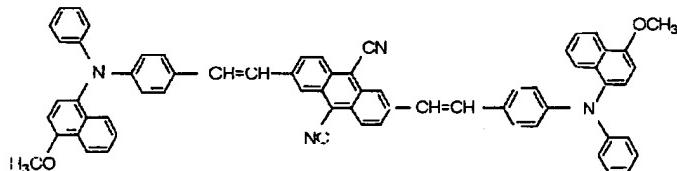
【0023】本発明の有機電界発光素子において、発光材料である一般式(1)で示されるジスチリル化合物は、例えば下記構造式(7)-1、(7)-2、(7)-3、(7)-4、(7)-5、(7)-6、(7)-7、(7)-8又は(7)-9のような分子構造の少なくとも1種が使用可能である。これらはいずれも、アルコキシ(又はアルキル)アリール基又は無置換アリール基を有するビス(アミノスチリル)アントラセン化合物である。

【0024】

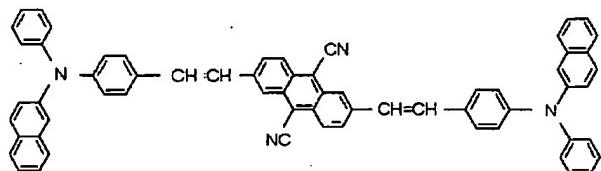
【化20】構造式(7)-1：



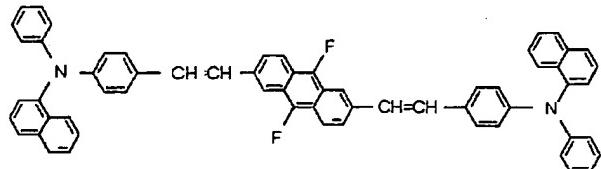
構造式(7)-2：



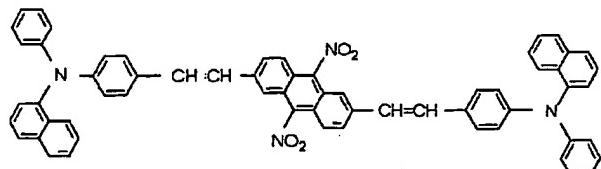
構造式(7)-3：



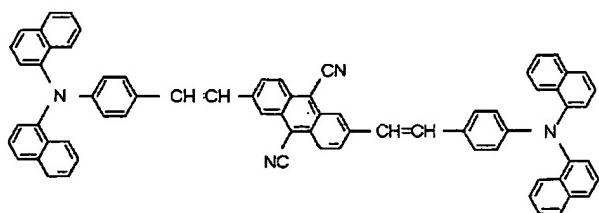
構造式(7)-4：



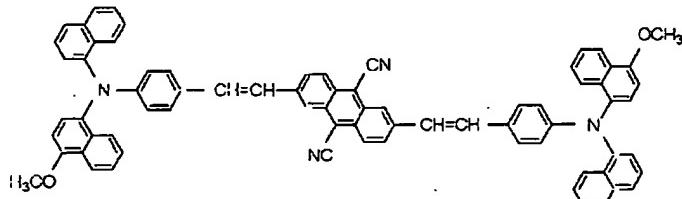
構造式(7)-5：



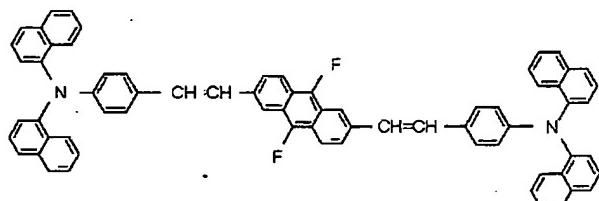
構造式(7)-6：



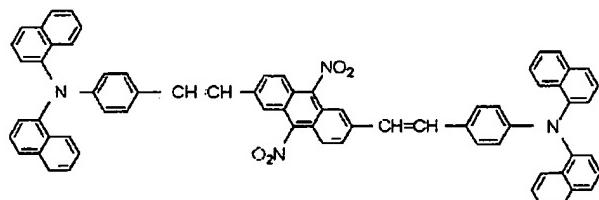
構造式(7)-7:



構造式(7)-8:



構造式(7)-9:

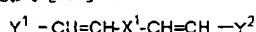


【0025】本発明者はまた、上記課題を解決するために鋭意検討した結果、特定のスチリル化合物と、それに効率良くエネルギーを伝達することが可能な材料とから発光層を構成した有機電界発光素子を作製し、さらに高輝度、高信頼性の赤色発光素子を提供する本発明に到達したものである。

【0026】即ち本発明は、発光領域を有する有機層が陽極と陰極との間に設けられ、電流の注入によって発光する有機物質を構成要素として含む有機電界発光素子に

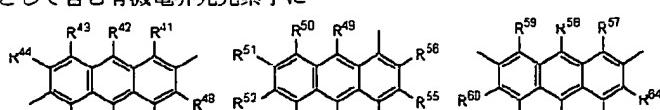
おいて、前記有機層のうちの少なくとも1層が下記一般式【I】で示されるスチリル化合物からなる層であることを特徴とする有機電界発光素子に係るものである。

【化21】一般式【I】:



【但し、前記一般式【I】において、 $X^1$ は下記一般式(8)～(11)で表される基であり、

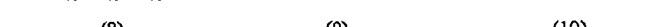
【化22】



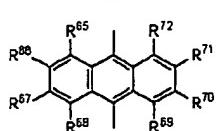
(8)



(9)



(10)



(11)

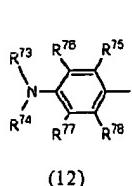
(但し、前記一般式(8)～(11)中の $R^{41} \sim R^{48}$ 、 $R^{49} \sim R^{56}$ 、 $R^{57} \sim R^{64}$ 、及び $R^{65} \sim R^{72}$ のそれぞれにおいて、少なくとも一つがハロゲン原子、ニトロ基、シアノ

基、トリフルオロメチル基から選ばれた基であり、その他は水素原子、アルキル基、アリール基、アルコキシ基、ハロゲン原子、ニトロ基、シアノ基、トリフルオロ

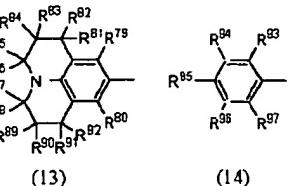
メチル基から選ばれた基である。またそれらが同一であっても異なっても良い。)

また、Y<sup>1</sup>及びY<sup>2</sup>は下記一般式(12)、(13)及び(14)から選ばれた基である。

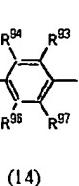
## 【化23】



(12)



(13)



(14)

(但し、前記一般式(12)～(14)中のR<sup>73</sup>およびR<sup>74</sup>は水素原子、置換基を有しても良いアルキル基、置換基を有しても良いアリール基から選ばれた基であり、それらが同一であっても異なっても良い。また、R<sup>75</sup>～R<sup>97</sup>は水素原子、置換基を有しても良いアルキル基、置換基を有しても良いアリール基、置換基を有しても良いアルコキシ基、ハロゲン原子、ニトロ基、シアノ基、トリフルオロメチル基から選ばれた基であって、それらが同一であっても異なっても良い。)

【0027】また本発明は、本来高い量子収率を有する上記の本発明の化合物を含有する有機電界発光素子において、発光層の陰極側にホール(正孔)ブロッキング層を置くことにより、発光層にてホールと電子の再結合が効率良く行われ、発光材料独自の純粋な発光が高輝度かつ高効率に得られる有機電界発光素子を提供するに至ったものである。

【0028】即ち本発明はまた、発光領域を有する有機層が陽極と陰極との間に設けられている有機電界発光素子において、前記有機層の少なくとも1層が前記一般式[I]で示されるスチリル化合物からなり、かつ前記スチリル化合物を含む有機層の陰極側にホール(正孔)ブロッキング層が存在する有機電界発光素子に係るものである。

【0029】例えば、前記有機層が、ホール輸送層と電子輸送層とが積層された有機積層構造をしており、前記有機層のうちの少なくとも電子輸送層が前記一般式[I]で示されるスチリル化合物で構成され、かつ前記スチリル化合物で構成された層の陰極側に接して前記ホール(正孔)ブロッキング層が存在してよい。

【0030】また、前記有機層が、ホール輸送層と電子輸送層とが積層された有機積層構造をしており、前記有機層のうちの少なくともホール輸送層が前記一般式[I]で示されるスチリル化合物で構成され、かつ前記スチリル化合物で構成された層の陰極側に接して前記ホールブロッキング層が存在してよい。

【0031】また、前記有機層が、ホール輸送層と電子輸送層とが積層された有機積層構造をしており、前記ホール輸送層が前記一般式[I]で示されるスチリル化合物で構成され、かつ前記電子輸送層が前記一般式[I]

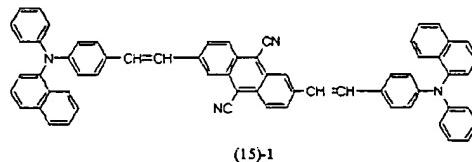
で示されるスチリル化合物で構成され、かつこの電子輸送性発光性層の陰極側に接して前記ホールブロッキング層が存在してよい。

【0032】また、前記有機層が、ホール輸送層と発光層と電子輸送層とが積層された有機積層構造をしており、前記有機層のうちの少なくとも発光層が前記一般式[I]で示されるスチリル化合物で構成され、かつ前記スチリル化合物で構成された層の陰極側に接して前記ホールブロッキング層が存在してよい。

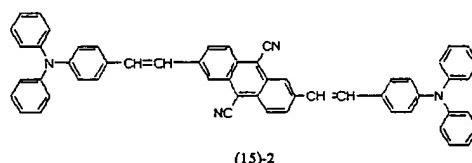
【0033】本発明の有機電界発光素子において、一般式[I]で示されるスチリル化合物としては、下記構造式(15)-1～(15)-7のような分子構造の少なくとも一種が使用可能である。

## 【0034】

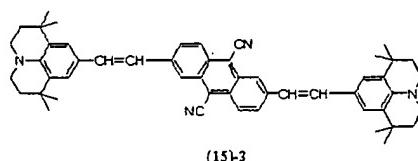
## 【化24】



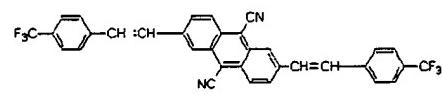
(15)-1



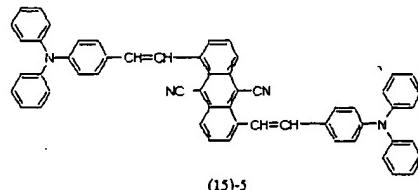
(15)-2



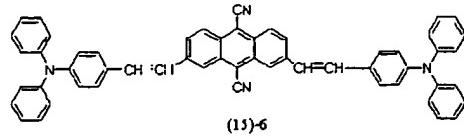
(15)-3



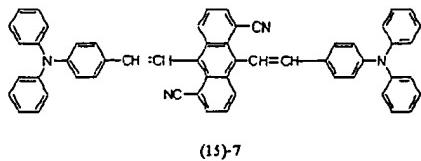
(15)-4



(15)-5



(15)-6



【0035】また、ホールブロッキング層に適した材料とは、次のようなエネルギー状態を有するものであることが望ましい。すなわち、ホールブロッキング層を形成する材料の最高占有分子軌道レベルが、ホールブロッキング層の陽極側に接する層を形成する材料の最高占有分子軌道レベルより低いエネルギーレベルにあること、かつ、ホールブロッキング層を形成する材料の最低非占有分子軌道レベルが、ホールブロッキング層の陽極側に接する層を形成する材料の最低非占有分子軌道レベルより高いエネルギーレベルにあり、またホールブロッキング層の陰極側に接する層を形成する材料の最低非占有分子軌道レベルより低いエネルギーレベルにあることである。

【0036】このような材料として、特開平10-79297、特開平11-204258、特開平11-204264、特開平11-204259等に示されたフェナントロリン誘導体が挙げられるが、上記のエネルギーレベルの条件を満たすものであれば、フェナントロリン誘導体に限定されるものではない。

【0037】図1～図4及び図5～図8には、本発明に基づく有機電界発光素子の例をそれぞれ示す。

【0038】図1は陰極3を発光光20が透過する透過型有機電界発光素子Aであって、発光20は保護層4の側からも観測できる。図2は陰極3での反射光も発光光20として得る反射型有機電界発光素子Bを示す。

【0039】図中、1は有機電界発光素子を形成するための基板であり、ガラス、プラスチック及び他の適宜の材料を用いることができる。また、有機電界発光素子を他の表示素子と組み合わせて用いる場合には、基板を共用することもできる。2は透明電極（陽極）であり、ITO (Indium tin oxide)、SnO<sub>2</sub>等を使用できる。

【0040】また、5は有機発光層であり、上記したスチリル化合物を発光材料として含有している。この発光層について、有機電界発光20を得る層構成としては、従来公知の種々の構成を用いることができる。後述するように、例えば、正孔輸送層と電子輸送層のいずれかを構成する材料が発光性を有する場合、これらの薄膜を積層した構造を使用できる。更に本発明の目的を満たす範囲で電荷輸送性能を上げるために、正孔輸送層と電子輸送層のいずれか若しくは両方が、複数種の材料の薄膜を積層した構造、または、複数種の材料を混合した組成からなる薄膜を使用するのを妨げない。また、発光性能を上げるために、少なくとも1種以上の蛍光性の材料を用

いて、この薄膜を正孔輸送層と電子輸送層の間に挟持した構造、更に少なくとも1種以上の蛍光性の材料を正孔輸送層若しくは電子輸送層、またはこれらの両方に含まれた構造を使用しても良い。これらの場合には、発光効率を改善するために、正孔または電子の輸送を制御するための薄膜をその層構成に含ませることも可能である。

【0041】上記の例えは構造式（7）で示したジスチリル化合物は、電子輸送性能と正孔輸送性能の両方を持つため、素子構成中、電子輸送層を兼ねた発光層としても、或いは正孔輸送層を兼ねた発光層としても用いることが可能である。また、このジスチリル化合物を発光層として、電子輸送層と正孔輸送層とで挟み込んだ構成とすることも可能である。図5及び図6は、上記の構成に加えて、発光層5の陰極側に接してフェナントロリン誘導体からなるホールブロッキング層21を設けたものである。

【0042】なお、図1及び図2、図5及び図6中、3は陰極であり、電極材料としては、Li、Mg、Ca等の活性な金属とAg、Al、In等の金属との合金、或いはこれらを積層した構造を使用できる。透過型の有機電界発光素子においては、陰極の厚さを調節することにより、用途に合った光透過率を得ることができる。また、図中の4は封止・保護層であり、有機電界発光素子全体を覆う構造とすることにより、その効果が上がる。気密性が保たれれば、適宜の材料を使用することができる。また、8は電流注入用の駆動電源である。

【0043】本発明に基づく有機電界発光素子において、有機層が、正孔輸送層と電子輸送層とが積層された有機積層構造（シングルヘテロ構造）を有しており、正孔輸送層又は電子輸送層の形成材料として前記スチリル化合物が用いられてよい。或いは、有機層が、正孔輸送層と発光層と電子輸送層とが順次積層された有機積層構造（ダブルヘテロ構造）を有しており、発光層の形成材料として前記スチリル化合物が用いられてよい。

【0044】このような有機積層構造を有する有機電界発光素子の例を示すと、図3は、透光性の基板1上に、透光性の陽極2と、正孔輸送層6と電子輸送層7とからなる有機層5aと、陰極3とが順次積層された積層構造を有し、この積層構造が保護膜4によって封止されてなる、シングルヘテロ構造の有機電界発光素子Cである。図7では、電子輸送層7及び／又は正孔輸送層6の陰極側に接してホールブロッキング層21が設けられている。

【0045】図3、図7に示すように発光層を省略した層構成の場合には、正孔輸送層6と電子輸送層7の界面から所定波長の発光20を発生する。これらの発光は基板1側から観測される。

【0046】また、図4は、透光性の基板1上に、透光性の陽極2と、正孔輸送層10と発光層11と電子輸送層12とからなる有機層5bと、陰極3とが順次積層さ

れた積層構造を有し、この積層構造が保護膜4によって封止されてなる、ダブルヘテロ構造の有機電界発光素子Dである。図8では、発光層11の陰極側に接してホールブロッキング層21が設けられている。

【0047】図4、図8に示した有機電界発光素子においては、陽極2と陰極3の間に直流電圧を印加することにより、陽極2から注入された正孔が正孔輸送層10を経て、また陰極3から注入された電子が電子輸送層12を経て、それぞれ発光層11に到達する。この結果、発光層11においては電子／正孔の再結合が生じて一重項励起子が生成し、この一重項励起子から所定波長の発光を発生する。

【0048】上述した各有機電界発光素子C、Dにおいて、基板1は、例えば、ガラス、プラスチック等の光透過性の材料を適宜用いることができる。また、他の表示素子と組み合わせて用いる場合や、図3及び図4、図7及び図8に示した積層構造をマトリックス状に配置する場合等は、この基板を共用としてよい。また、素子C、Dはいずれも、透過型、反射型のいずれの構造も採りうる。

【0049】また、陽極2は、透明電極であり、ITO(indium tin oxide)やSnO<sub>2</sub>等が使用できる。この陽極2と正孔輸送層6(又は正孔輸送層10)との間には、電荷の注入効率を改善する目的で、有機物若しくは有機金属化合物からなる薄膜を設けてもよい。なお、保護膜4が金属等の導電性材料で形成されている場合は、陽極2の側面に絶縁膜が設けられていてもよい。

【0050】また、有機電界発光素子Cにおける有機層5aは、正孔輸送層6と電子輸送層7とが積層された有機層であり、これらのいずれか又は双方に上記したスチリル化合物が含有され、発光性の正孔輸送層6又は電子輸送層7としてよい。有機電界発光素子Dにおける有機層5bは、正孔輸送層10と上記したスチリル化合物を含有する発光層11と電子輸送層12とが積層された有機層であるが、その他、種々の積層構造を取ることができる。例えば、正孔輸送層と電子輸送層のいずれか若しくは両方が発光性を有していてもよい。

【0051】また、特に、正孔輸送層6又は電子輸送層7や発光層11が本発明のスチリル化合物からなる層であることが望ましいが、これらの層を前記スチリル化合物のみで形成してもよく、或いは、前記スチリル化合物と他の正孔又は電子輸送材料(例えば、芳香族アミン類やピラゾリン類等)との共蒸着によって形成してもよい。さらに、正孔輸送層において、正孔輸送性能を向上させるために、複数種の正孔輸送材料を積層した正孔輸送層を形成してもよい。

【0052】また、有機電界発光素子Cにおいて、発光層は電子輸送性発光層7であってよいが、電源8から印加される電圧によっては、正孔輸送層6やその界面で発光される場合がある。同様に、有機電界発光素子Dにお

いて、発光層は層11以外に、電子輸送層12であってもよく、正孔輸送層10であってもよい。発光性能を向上させるために、少なくとも1種の蛍光性材料を用いた発光層11を正孔輸送層と電子輸送層との間に挟持させた構造であるのがよい。または、この蛍光性材料を正孔輸送層又は電子輸送層、或いはこれら両層に含有させた構造を構成してよい。このような場合、発光効率を改善するために、正孔又は電子の輸送を制御するための薄膜(ホールブロッキング層やエキシトン生成層など)をその層構成に含ませることも可能である。

【0053】また、陰極3に用いる材料としては、Li、Mg、Ca等の活性な金属とAg、Al、In等の金属との合金を使用でき、これらの金属層が積層した構造であってもよい。なお、陰極の厚みや材質を適宜選択することによって、用途に見合った有機電界発光素子を作製できる。

【0054】また、保護膜4は、封止膜として作用するものであり、有機電界発光素子全体を覆う構造とすることで、電荷注入効率や発光効率を向上できる。なお、その気密性が保たれれば、アルミニウム、金、クロム等の単金属又は合金など、適宜その材料を選択できる。

【0055】上記した各有機電界発光素子に印加する電流は通常、直流であるが、パルス電流や交流を用いてもよい。電流値、電圧値は、素子破壊しない範囲内であれば特に制限はないが、有機電界発光素子の消費電力や寿命を考慮すると、なるべく小さい電気エネルギーで効率良く発光させることが望ましい。

【0056】次に、図9は、本発明の有機電界発光素子を用いた平面ディスプレイの構成例である。図示の如く、例えばフルカラーディスプレイの場合は、赤(R)、緑(G)及び青(B)の3原色を発光可能な有機層5(5a、5b)が、陰極3と陽極2との間に配されている。陰極3及び陽極2は、互いに交差するストライプ状に設けることができ、輝度信号回路14及びシフトレジスタ内蔵の制御回路15により選択されて、それぞれに信号電圧が印加され、これによって、選択された陰極3及び陽極2が交差する位置(画素)の有機層が発光するように構成される。

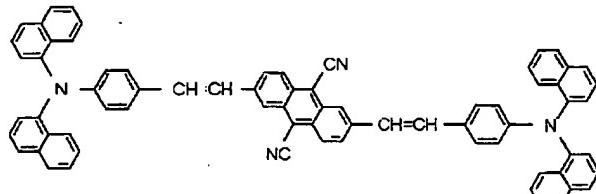
【0057】即ち、図9は例えば8×3RGB単純マトリックスであって、正孔輸送層と、発光層および電子輸送層のいずれか少なくとも一方とからなる積層体5を陰極3と陽極2の間に配置したものである(図3及び図7、又は図4及び図8参照)。陰極と陽極は、ともにストライプ状にパターニングするとともに、互いにマトリックス状に直交させ、シフトレジスタ内蔵の制御回路15および14により時系列的に信号電圧を印加し、その交叉位置で発光するように構成されたものである。かかる構成のEL素子は、文字・記号等のディスプレイとしては勿論、画像再生装置としても使用できる。また陰極3と陽極2のストライプ状パターンを赤(R)、緑

(G)、青(B)の各色毎に配し、マルチカラーあるいはフルカラーの全固体型フラットパネルディスプレイを構成することが可能となる。

## 【0058】

【実施例】以下、本発明を実施例について具体的に説明するが、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

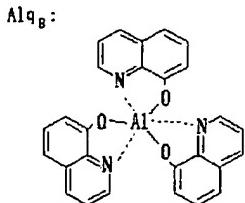
## 【0059】実施例1



【0060】まず、真空蒸着装置中に、100 nmの厚さのITOからなる陽極が一表面に形成された30 mm × 30 mmのガラス基板をセッティングした。蒸着マスクとして、複数の2.0 mm × 2.0 mmの単位開口を有する金属マスクを基板に近接して配置し、真空蒸着法により10<sup>-4</sup> Pa以下の中空下で上記構造式(7)-6の化合物を例えば50 nmの厚さに正孔輸送層(兼発光層)として成膜した。蒸着レートは0.1 nm/秒とした。

【0061】さらに、電子輸送材料として下記構造式のAlq<sub>3</sub> (トリス(8-キノリノール)アルミニウム)を正孔輸送層に接して蒸着した。Alq<sub>3</sub> からなるこの電子輸送層の膜厚も例えば50 nmとし、蒸着レートは0.2 nm/秒とした。

## 【化26】



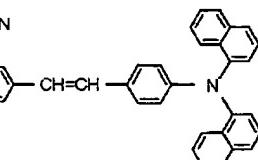
【0062】陰極材料としてはMgとAgの積層膜を採用し、これも蒸着により、蒸着レート1 nm/秒として例えば50 nm (Mg膜)および150 nm (Ag膜)の厚さに形成し、実施例1による図3に示した如き有機電界発光素子を作製した。

【0063】このように作製した実施例1の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、分光測定を行った結果、図10に示すように、705 nmに発光ピークを有するスペクトルを得た。分光測定は、大塚電子社製のフォトダイオードアレイを検出器とした分光器を用いた。また、電圧-輝度測定を行ったところ、図11に示すように、8.5 Vで150 cd/m<sup>2</sup>の輝度が得られた。

【0064】この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲

本実施例は、一般式(1)の上記ジスチリル化合物のうち、R<sup>1</sup>、R<sup>2</sup>、R<sup>3</sup>及びR<sup>4</sup>に無置換ナフチル基を、Xに9,10-ジシアノアントラセン基を持った下記構造式(7)-6の化合物(2,6-ビス(スチリルジナフチルアミノ)-9,10-ジシアノアントラセン)を正孔輸送性発光材料として用い、シングルヘテロ構造の有機電界発光素子を作製した例である。

## 【化25】構造式(7)-6:



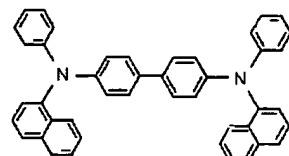
気下に1カ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度100 cd/m<sup>2</sup>で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで100時間であった。

## 【0065】実施例2

本実施例は、一般式(1)の上記ジスチリル化合物のうち、R<sup>1</sup>、R<sup>2</sup>、R<sup>3</sup>及びR<sup>4</sup>に無置換ナフチル基を、Xに9,10-ジシアノアントラセン基を持った上記構造式(7)-6の化合物を電子輸送性発光材料として用い、シングルヘテロ構造の有機電界発光素子を作製した例である。

【0066】まず、真空蒸着装置中に、1.00 nmの厚さのITOからなる陽極が一表面に形成された30 mm × 30 mmのガラス基板をセッティングした。蒸着マスクとして、複数の2.0 mm × 2.0 mmの単位開口を有する金属マスクを基板に近接して配置し、真空蒸着法により10<sup>-4</sup> Pa以下の中空下で、下記構造式のα-NPD (α-ナフチルフェニルジアミン)を例えば50 nmの厚さに正孔輸送層として成膜した。蒸着レートは0.1 nm/秒とした。

## 【化27】α-NPD:



【0067】さらに、電子輸送材料として上記構造式(7)-6の化合物を正孔輸送層に接して蒸着した。上記構造式(7)-6の化合物からなる電子輸送層(兼発光層)の膜厚も例えば50 nmとし、蒸着レートは0.2 nm/秒とした。

【0068】陰極材料としてはMgとAgの積層膜を採用し、これも蒸着により、蒸着レート1 nm/秒として例えば50 nm (Mg膜)および150 nm (Ag膜)の厚さに形成し、実施例2による図3に示した如き有機

電界発光素子を作製した。

【0069】このように作製した実施例2の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例1と同様に分光測定を行った結果、図12に示すように、705 nmに発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、図13に示すように、8.5 Vで170 cd/m<sup>2</sup>の輝度が得られた。

【0070】この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1カ月間放置したが、素子劣化は観察されなかつた。また、初期輝度100 cd/m<sup>2</sup>で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで110時間であった。

#### 【0071】実施例3

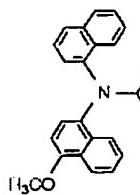
本実施例は、一般式(1)の上記ジスチリル化合物のうち、R<sup>1</sup>、R<sup>2</sup>、R<sup>3</sup>及びR<sup>4</sup>に無置換ナフチル基を、Xに9,10-ジシアノアントラセン基を持った上記構造式(7)-6の化合物を発光材料として用い、ダブルヘテロ層構造の有機電界発光素子を作製した例である。

【0072】まず、真空蒸着装置中に、100 nmの厚さのITOからなる陽極が一表面に形成された30 mm × 30 mmのガラス基板をセッティングした。蒸着マスクとして、複数の2.0 mm × 2.0 mmの単位開口を有する金属マスクを基板に近接して配置し、真空蒸着法により10<sup>-4</sup> Pa以下の真空中で、上記構造式のα-NPDを例えば30 nmの厚さに正孔輸送層として成膜した。蒸着レートは0.2 nm/秒とした。

【0073】さらに、発光材料として上記構造式(7)-6の化合物を正孔輸送層に接して蒸着した。上記構造式(7)-6の化合物からなる発光層の膜厚も例えば30 nmとし、蒸着レートは0.2 nm/秒とした。

【0074】さらに、電子輸送材料として上記構造式のAlq<sub>3</sub>を発光層に接して蒸着した。Alq<sub>3</sub>の膜厚を例えば30 nmとし、蒸着レートは0.2 nm/秒とした。

【0075】陰極材料としてはMgとAgの積層膜を採用し、これも蒸着により、蒸着レート1 nm/秒として例えば50 nm(Mg膜)および150 nm(Ag膜)



【0081】まず、真空蒸着装置中に、100 nmの厚さのITOからなる陽極が一表面に形成された30 mm × 30 mmのガラス基板をセッティングした。蒸着マスクとして、複数の2.0 mm × 2.0 mmの単位開口を有する金属マスクを基板に近接して配置し、真空蒸着法により10<sup>-4</sup> Pa以下の真空中で上記構造式(7)-7

の厚さに形成し、実施例3による図4に示した如き有機電界発光素子を作製した。

【0076】このように作製した実施例3の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、分光測定を行った結果、図14に示すように、705 nmに発光ピークを有するスペクトルを得た。電圧-輝度測定を行ったところ、図15に示すように、8.5 Vで250 cd/m<sup>2</sup>の輝度が得られた。

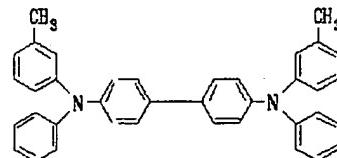
【0077】この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1カ月間放置したが、素子劣化は観察されなかつた。また、初期輝度100 cd/m<sup>2</sup>で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで200時間であった。

#### 【0078】実施例4

正孔輸送性材料としてα-NPDに替えて下記構造式のTPD(トリフェニルジアミン誘導体)を用いた他は層構成、成膜法とも実施例2に準拠して、有機電界発光素子を作製した。

#### 【化28】

TPD :

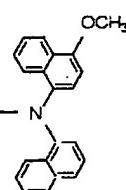


【0079】本実施例の有機電界発光素子も実施例2と同様の赤色の発光を呈した。分光測定の結果、スペクトルは実施例2の有機電界発光素子のスペクトルと一致した。

#### 【0080】実施例5

本実施例は、一般式(1)の上記ジスチリル化合物のうち、R<sup>1</sup>及びR<sup>4</sup>に無置換ナフチル基を、R<sup>2</sup>及びR<sup>3</sup>に4-メトキシナフチル基を、Xに9,10-ジシアノアントラセン基を持った下記構造式(7)-7の化合物を正孔輸送性発光材料として用い、シングルヘテロ構造の有機電界発光素子を作製した例である。

#### 【化29】構造式(7)-7:



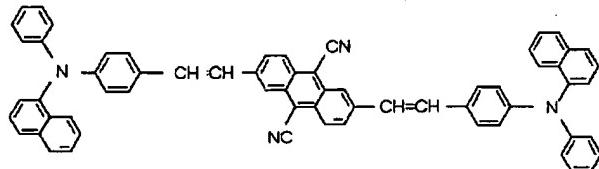
の化合物を例えば50 nmの厚さに正孔輸送層(兼発光層)として成膜した。蒸着レートは0.1 nm/秒とした。

【0082】さらに、電子輸送材料として上記構造式のAlq<sub>3</sub>(トリス(8-キノリノール)アルミニウム)を正孔輸送層に接して蒸着した。Alq<sub>3</sub>からなるこの

電子輸送層の膜厚も例えば50 nmとし、蒸着レートは0.2 nm/秒とした。

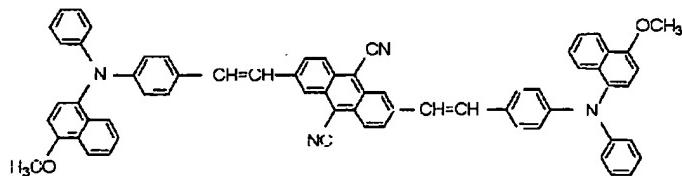
【0083】陰極材料としてはMgとAgの積層膜を採用し、これも蒸着により、蒸着レート1 nm/秒として例えば50 nm (Mg膜) より150 nm (Ag膜) の厚さに形成し、実施例5による図3に示した如き有機電界発光素子を作製した。

【0084】このように作製した実施例5の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、分光測定を行った結果、図16に示すように、720 nmに発光ピークを有するスペクトルを得た。分光測定は、大塚電子社製のフォトダイオードアレイを検出器とした分光器を用いた。また、電圧-輝度測定を行ったところ、図17に示すように、8.5 Vで200 cd/m<sup>2</sup> の輝度が得



【0087】このように作製した実施例6の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例1と同様に分光測定を行った結果、705 nmに発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8Vで200 cd/m<sup>2</sup> の輝度が得られた。

【0088】この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1カ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。



【0090】このように作製した実施例7の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、分光測定を行った結果、705 nmに発光ピークを有するスペクトルを得た。電圧-輝度測定を行ったところ、8Vで160 cd/m<sup>2</sup> の輝度が得られた。

【0091】この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1カ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。

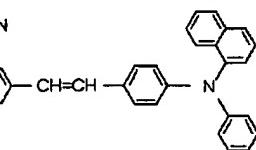
られた。

【0085】この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1カ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度100 cd/m<sup>2</sup> で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで150時間であった。

【0086】実施例6

本実施例は、一般式(1)の上記ジスチリル化合物のうち、R<sup>1</sup> 及びR<sup>4</sup> に無置換フェニル基を、R<sup>2</sup> 及びR<sup>3</sup> に無置換ナフチル基を、Xに9,10-ジシアノアントラセン基を持った下記構造式(7)-1の化合物を電子輸送性発光材料として用い、シングルヘテロ層構造の有機電界発光素子を作製した例である。層構造、成膜法とも、実施例2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

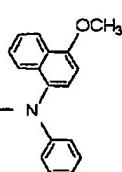
【化30】構造式(7)-1:



【0089】実施例7

本実施例は、一般式(1)の上記ジスチリル化合物のうち、R<sup>1</sup> 及びR<sup>4</sup> に無置換フェニル基を、R<sup>2</sup> 及びR<sup>3</sup> に4-メトキシナフチル基を、Xに9,10-ジシアノアントラセン基を持った下記構造式(7)-2の化合物を電子輸送性材料として用い、シングルヘテロ層構造の有機電界発光素子を作製した例である。層構造、成膜法とも、実施例2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

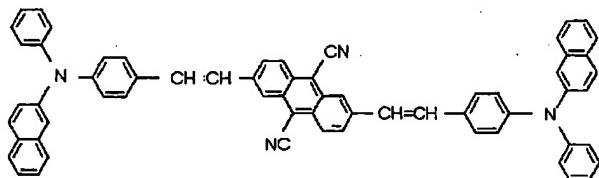
【化31】構造式(7)-2:



【0092】実施例8

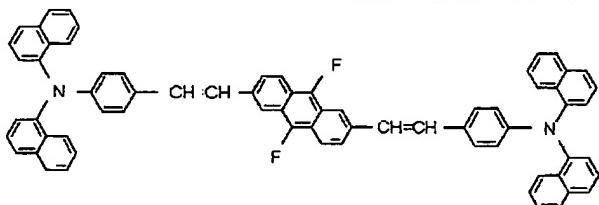
本実施例は、一般式(1)の上記ジスチリル化合物のうち、R<sup>1</sup> 及びR<sup>4</sup> に無置換フェニル基を、R<sup>2</sup> 及びR<sup>3</sup> に無置換ナフチル基を、Xに9,10-ジシアノアントラセン基を持った下記構造式(7)-3の化合物を電子輸送性材料として用い、シングルヘテロ層構造の有機電界発光素子を作製した例である。層構造、成膜法とも、実施例2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【化32】構造式(7)-3:



【0093】このように作製した実施例8の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、分光測定を行った結果、705 nmに発光ピークを有するスペクトルを得た。電圧-輝度測定を行ったところ、8Vで90 cd/m<sup>2</sup>の輝度が得られた。

【0094】この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1カ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。



【0096】このように作製した実施例9の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、分光測定を行った結果、705 nmに発光ピークを有するスペクトルを得た。電圧-輝度測定を行ったところ、8Vで180 cd/m<sup>2</sup>の輝度が得られた。

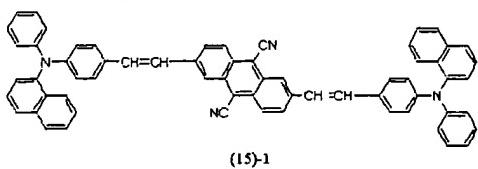
【0097】この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1カ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。

#### 【0098】実施例10

本実施例は、一般式【I】の上記スチリル化合物のうち、下記構造式(15)-1の化合物を正孔輸送層として用いた有機電界発光素子を作製した例である。

#### 【0099】

#### 【化34】構造式(15)-1:

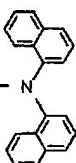


【0100】まず、真空蒸着装置中に、100 nmの厚さのITOからなる陽極が一表面に形成された30 mm × 30 mmのガラス基板をセッティングした。蒸着マスクとして複数の2.0 mm × 2.0 mmの単位開口を有する金属マスクを基板に近接して配置し、真空蒸着法により10<sup>-4</sup> Pa以下の真空中で上記構造式(15)-1の化合物を例えれば50 nmの厚さに正孔輸送層(兼発光層)として成膜した。蒸着レートは各々0.1 nm/秒

#### 【0095】実施例9

本実施例は、一般式(1)の上記ジスチリル化合物のうち、R<sup>1</sup>、R<sup>2</sup>、R<sup>3</sup>及びR<sup>4</sup>に無置換ナフチル基を、Xに9,10-ジフロロアントラセン基を持った下記構造式(7)-8の化合物を電子輸送性材料として用い、シングルヘテロ層構造の有機電界発光素子を作製した例である。層構造、成膜法とも、実施例2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

#### 【化33】構造式(7)-8:



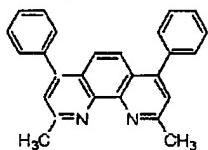
とした。

【0101】さらに、ホールブロッキング層材料として下記構造式のバソクプロインを正孔輸送層に接して蒸着した。バソクプロインからなるこのホールブロッキング層の膜厚は例えば15 nmとし、蒸着レートは0.1 nm/秒とした。

【0102】さらに、電子輸送層材料として上記構造式のA1q<sub>3</sub>(トリス(8-キノリノール)アルミニウム)をホールブロッキング層に接して蒸着した。A1q<sub>3</sub>からなるこの電子輸送層の膜厚も例えば50 nmとし、蒸着レートは0.2 nm/秒とした。

#### 【0103】

#### 【化35】バソクプロイン:



【0104】陰極材料としてはMgとAgの積層膜を採用し、これも蒸着により、蒸着レート1 nm/秒として例えば50 nm(Mg膜)および150 nm(Ag膜)の厚さに形成し、実施例10による図7に示した如き有機電界発光素子を作製した。

【0105】このように作製した実施例10の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、分光測定を行った結果、710 nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。分光測定は、大塚電子社製のフォトダイオードアレイを検出器とした分光器を用いた。また、

電圧-輝度測定を行ったところ、8Vで200cd/m<sup>2</sup>の輝度が得られた。

【0106】この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1カ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度50cd/m<sup>2</sup>で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで200時間であった。

#### 【0107】実施例11

本実施例は、一般式【I】の上記スチリル化合物のうち、上記構造式(15)-1の化合物を電子輸送性発光層として用いた有機電界発光素子を作製した例である。

【0108】まず、真空蒸着装置中に、100nmの厚さのITOからなる陽極が一表面に形成された30mm×30mmのガラス基板をセッティングした。蒸着マスクとして複数の2.0mm×2.0mmの単位開口を有する金属マスクを基板に近接して配置し、真空蒸着法により10<sup>-4</sup>Pa以下の真空中で上記構造式のα-NPDを例えば30nmの厚さに成膜した。蒸着レートは0.1nm/秒とした。

【0109】さらに、上記構造式(15)-1の化合物を正孔輸送層に接して蒸着した。この構造式(15)-1の化合物からなる電子輸送層(兼発光層)の膜厚も例えば30nmとし、蒸着レートは各々0.2nm/秒とした。

【0110】さらに、ホールブロッキング層材料として上記構造式のバソクプロインを発光層に接して蒸着した。バソクプロインからなるこのホールブロッキング層の膜厚は例えば15nmとし、蒸着レートは0.1nm/秒とした。

【0111】さらに、電子輸送層材料として上記構造式のA1q<sub>3</sub>をホールブロッキング層に接して蒸着した。A1q<sub>3</sub>からなるこの電子輸送層の膜厚も例えば30nmとし、蒸着レートは0.2nm/秒とした。

【0112】陰極材料としてはMgとAgの積層膜を採用し、これも蒸着により、蒸着レート1nm/秒として例えば50nm(Mg)および150nm(Ag膜)の厚さに形成し、図8に示した如き有機電界発光素子を作製した。

【0113】このように作製した実施例11の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例10と同様に分光測定を行った結果、710nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8Vで170cd/m<sup>2</sup>の輝度が得られた。

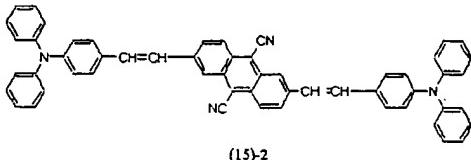
【0114】この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1カ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度50cd/m<sup>2</sup>で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで140時間であった。

#### 【0115】実施例12

本実施例は、一般式【I】の上記スチリル化合物のうち、下記構造式(15)-2の化合物を電子輸送性発光層として用いた有機電界発光素子を作製した例である。

#### 【0116】

#### 【化36】構造式(15)-2:



【0117】層構造、成膜法とも実施例11に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0118】このように作製した実施例12の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例10と同様に分光測定を行った結果、750nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8Vで100cd/m<sup>2</sup>の輝度が得られた。

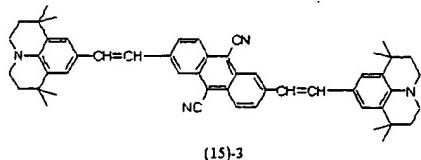
【0119】この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1カ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度50cd/m<sup>2</sup>で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで100時間であった。

#### 【0120】実施例13

本実施例は、一般式【I】の上記スチリル化合物のうち、下記構造式(15)-3の化合物を電子輸送性発光層として用いた有機電界発光素子を作製した例である。

#### 【0121】

#### 【化37】構造式(15)-3:



【0122】層構造、成膜法とも実施例11に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0123】このように作製した実施例13の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例10と同様に分光測定を行った結果、730nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8Vで100cd/m<sup>2</sup>の輝度が得られた。

【0124】この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1カ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度50cd/m<sup>2</sup>で電流値を一定に通

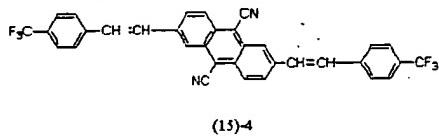
電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで150時間であった。

【0125】実施例14

本実施例は、一般式 [I] の上記スチリル化合物のうち、下記構造式(15)-4の化合物を電子輸送性発光層として用いた有機電界発光素子を作製した例である。

【0126】

【化38】構造式(15)-4:



【0127】層構造、成膜法とも実施例11に準拠して有機電界発光素子を作製した。このように作製した実施例14の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例10と同様に分光測定を行った結果、670 nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8Vで500 cd/m<sup>2</sup>の輝度が得られた。

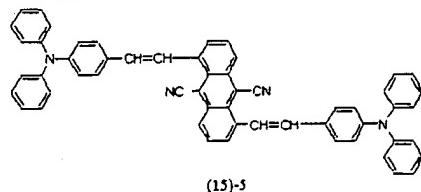
【0128】この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかつた。また、初期輝度50 cd/m<sup>2</sup>で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで400時間であった。

【0129】実施例15

本実施例は、一般式 [I] の上記スチリル化合物のうち、下記構造式(15)-5の化合物を電子輸送性発光層として用いた有機電界発光素子を作製した例である。

【0130】

【化39】構造式(15)-5:



【0131】層構造、成膜法とも実施例11に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0132】このように作製した実施例15の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例10と同様に分光測定を行った結果、680 nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8Vで300 cd/m<sup>2</sup>の輝度が得られた。

【0133】この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかつた。また、初期輝度50 cd/m<sup>2</sup>で電流値を一定に通

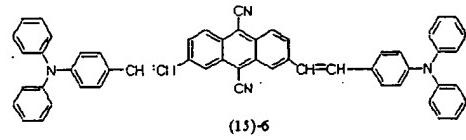
電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで170時間であった。

【0134】実施例16

本実施例は、一般式 [I] の上記スチリル化合物のうち、下記構造式(15)-6の化合物を電子輸送性発光層として用いた有機電界発光素子を作製した例である。

【0135】

【化40】構造式(15)-6:



【0136】層構造、成膜法とも実施例11に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0137】このように作製した実施例16の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例10と同様に分光測定を行った結果、640 nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8Vで700 cd/m<sup>2</sup>の輝度が得られた。

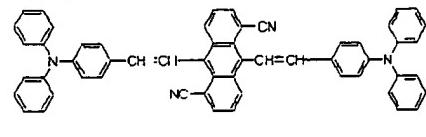
【0138】この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかつた。また、初期輝度50 cd/m<sup>2</sup>で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで300時間であった。

【0139】実施例17

本実施例は、一般式 [I] の上記スチリル化合物のうち、下記構造式(15)-7の化合物を電子輸送性発光層として用いた有機電界発光素子を作製した例である。

【0140】

【化41】構造式(15)-7:



【0141】層構造、成膜法とも実施例11に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0142】このように作製した実施例17の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例10と同様に分光測定を行った結果、650 nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8Vで690 cd/m<sup>2</sup>の輝度が得られた。

【0143】この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかつた。

た。また、初期輝度  $50 \text{ cd/m}^2$  で電流値を一定に通過して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 350 時間であった。

## 【0144】

【発明の作用効果】本発明の有機電界発光素子によれば、発光領域を有する有機層が陽極と陰極との間に設けられている有機電界発光素子において、前記有機層に前記一般式 (1) 又は (I) で表されるスチリル化合物の少なくとも 1 種が含まれているので、高輝度で安定な赤色発光を有する有機電界発光素子を提供することが可能となる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に基づく有機電界発光素子の一例の要部概略断面図である。

【図2】同、有機電界発光素子の他の例の要部概略断面図である。

【図3】同、有機電界発光素子の他の例の要部概略断面図である。

【図4】同、有機電界発光素子の他の例の要部概略断面図である。

【図5】同、有機電界発光素子の他の例の要部概略断面図である。

【図6】同、有機電界発光素子の他の例の要部概略断面図である。

【図7】同、有機電界発光素子の他の例の要部概略断面図である。

【図8】同、有機電界発光素子の更に他の例の要部概略

断面図である。

【図9】同、有機電界発光素子を用いたフルカラーの平面ディスプレイの構成図である。

【図10】本発明の実施例1による有機電界発光素子の発光スペクトル図である。

【図11】同、実施例1による有機電界発光素子の電圧-輝度特性図である。

【図12】本発明の実施例2による有機電界発光素子の発光スペクトル図である。

【図13】同、実施例2による有機電界発光素子の電圧-輝度特性図である。

【図14】本発明の実施例3による有機電界発光素子の発光スペクトル図である。

【図15】同、実施例3による有機電界発光素子の電圧-輝度特性図である。

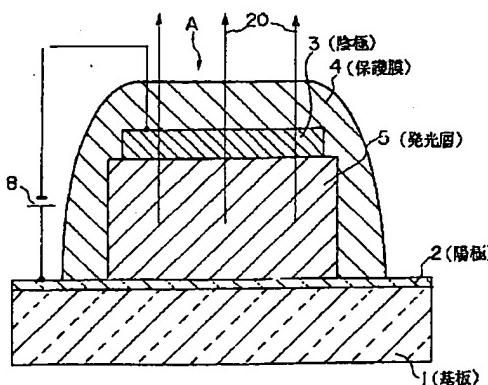
【図16】本発明の実施例5による有機電界発光素子の発光スペクトル図である。

【図17】同、実施例5による有機電界発光素子の電圧-輝度特性図である。

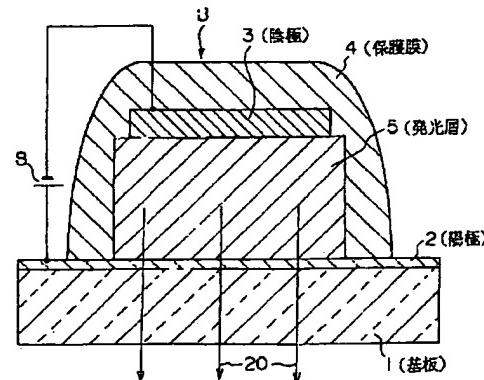
## 【符号の説明】

1…基板、2…透明電極（陽極）、3…陰極、4…保護膜、5、5a、5b…有機層、6…正孔輸送層、7…電子輸送層、8…電源、10…正孔輸送層、11…発光層、12…電子輸送層、14…輝度信号回路、15…制御回路、20…発光光、21…ホール（正孔）ブロッキング層、A、B、C、D…有機電界発光素子

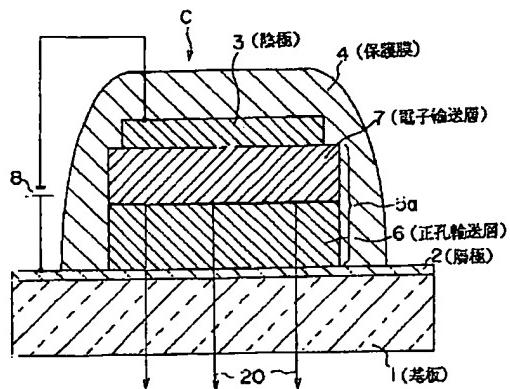
【図1】



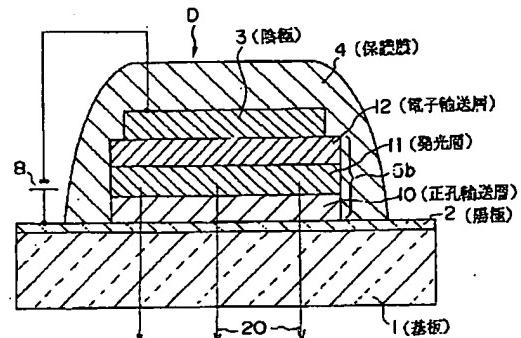
【図2】



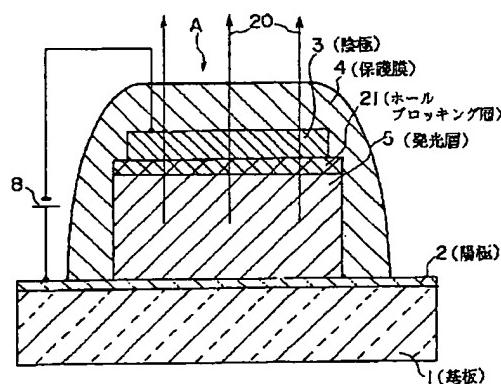
【図3】



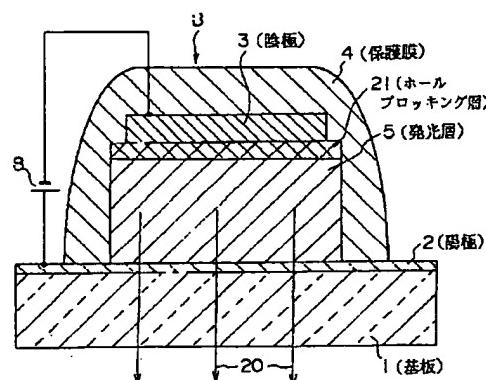
【図4】



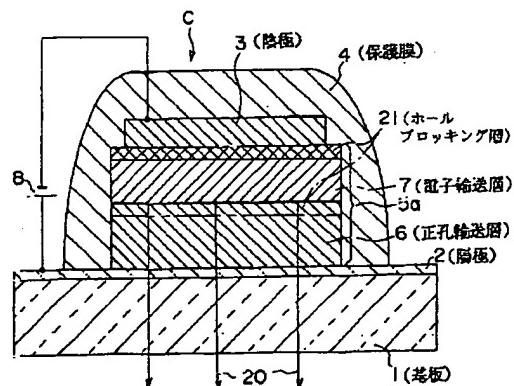
【図5】



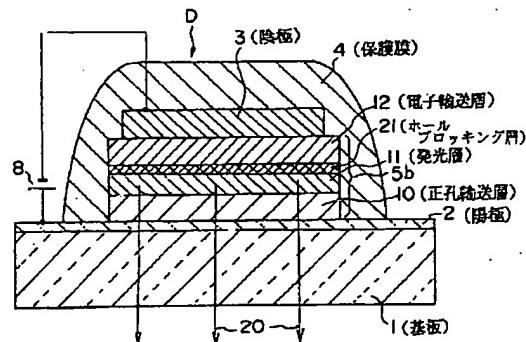
【図6】



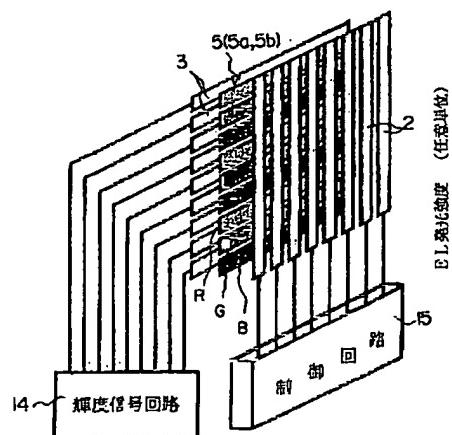
【図7】



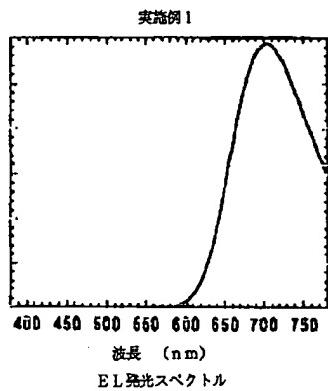
【図8】



【図9】

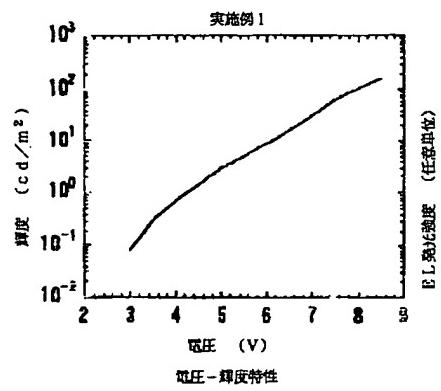


【図10】

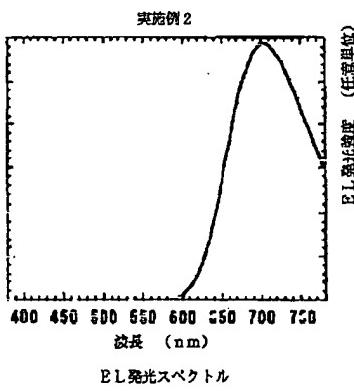


【図14】

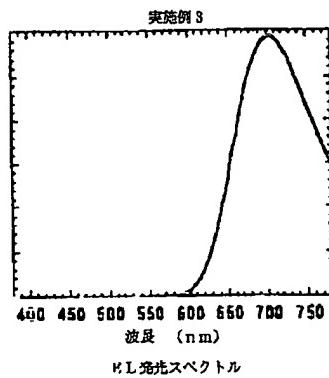
【図11】



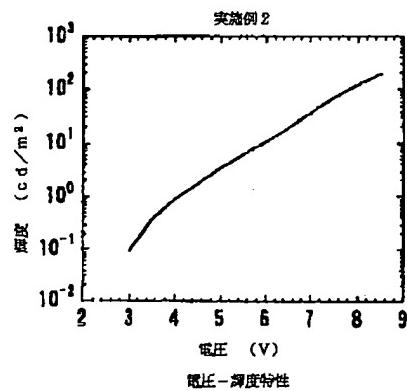
【図12】



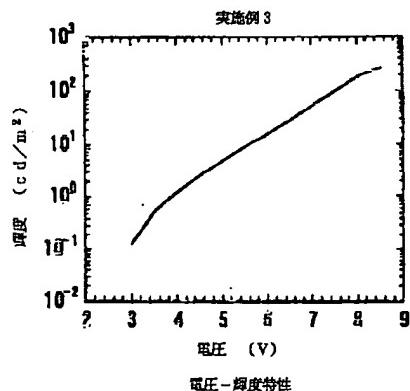
【図14】



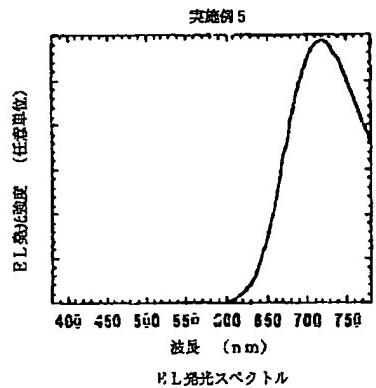
【図13】



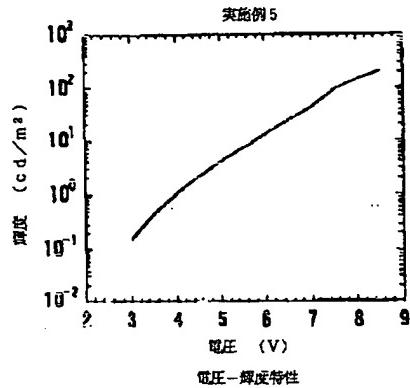
【図15】



【図16】



【図17】



フロントページの続き

(72)発明者 田村 真一郎

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
一株式会社内

(72)発明者 植田 尚之

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
一株式会社内